

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets ⁵ : G01R 33/12	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 92/17791 (43) Date de publication internationale: 15 octobre 1992 (15.10.92)
(21) Numéro de la demande internationale: PCT/EP92/00742 (22) Date de dépôt international: 2 avril 1992 (02.04.92) (30) Données relatives à la priorité: 91810246.8 4 avril 1991 (04.04.91) EP (34) Pays pour lesquels la demande régionale ou internationale a été déposée: DE etc. (71) Déposant (pour tous les Etats désignés, sauf US): TITALYSE S.A. [CH/CH]; Rue Marcinhès 7, CH-1217 Meyrin (CH). (72) Inventeurs; et (75) Inventeurs/Déposants (US seulement): NGUYEN, Trong, Thinh [Apatride/CH]; Route du Grand-Lancy 165, CH-1213 Onex (CH). WIAUX, Jean-Pol [BE/CH]; Route d'Annexy 239, CH-1257 Croix-de-Rozon (CH).	(74) Mandataire: CRONIN, Brian; Rue Plantamour 42, CH-1201 Genève (CH). (81) Etats désignés: AT (brevet européen), AU, BE (brevet européen), BR, CA, CH (brevet européen), CS, DE (brevet européen), DK (brevet européen), ES (brevet européen), FI, FR (brevet européen), GB (brevet européen), GR (brevet européen), HU, IT (brevet européen), JP, KR, LU (brevet européen), MC (brevet européen), NL (brevet européen), NO, PL, RU, SE (brevet européen), US. Publiée Avec rapport de recherche internationale. Avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si de telles modifications sont reçues.	

(54) Title: USED BATTERY SORTING METHOD AND APPARATUS

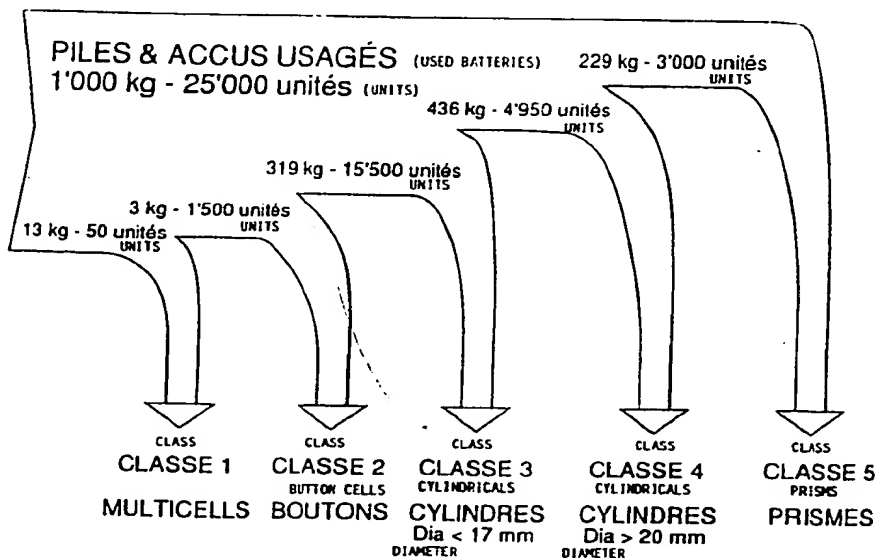
(54) Titre: PROCÉDE ET INSTALLATION DE TRI DES PILES ET ACCUMULATEURS USAGÉS

(57) Abstract

A method for sorting used batteries of different shapes and sizes and different chemical compositions, wherein the batteries are mechanically sorted according to shape and size, then sorted according to their chemical composition. During the latter sorting, an inductive reaction representing the battery's ferromagnetic mass and its distribution is generated by the passage through a coil (19, 53) of a battery (52) moving at a constant speed.

(57) Abrégé

Un procédé de tri de piles et accumulateurs usagés de différentes formes et dimensions et de différentes compositions chimiques qui comporte un tri mécanique selon les formes et les dimensions, suivi d'un tri selon la composition chimique. Le deuxième tri comporte l'élaboration, par passage d'une pile ou d'un accumulateur (52) à vitesse constante au travers d'une bobine (19, 53), d'une réponse inductive à deux composantes, représentative de la masse ferromagnétique de la pile ou de l'accumulateur et de la distribution de la masse ferromagnétique.



UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Autriche	FI	Finlande	ML	Mali
AU	Australie	FR	France	MN	Mongolie
BB	Barbade	GA	Gabon	MR	Mauritanie
BE	Belgique	GB	Royaume-Uni	MW	Malawi
BF	Burkina Faso	GN	Guinée	NL	Pays-Bas
BG	Bulgarie	GR	Grèce	NO	Norvège
BJ	Bénin	HU	Hongrie	PL	Pologne
BR	Brésil	IE	Irlande	RO	Roumanie
CA	Canada	IT	Italie	RU	Fédération de Russie
CF	République Centrafricaine	JP	Japon	SD	Soudan
CG	Congo	KP	République populaire démocratique de Corée	SE	Suède
CH	Suisse	KR	République de Corée	SN	Sénégal
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	SU	Union soviétique
CM	Cameroun	LK	Sri Lanka	TD	Tchad
CS	Tchécoslovaquie	LU	Luxembourg	TG	Togo
DE	Allemagne	MC	Monaco	US	Etats-Unis d'Amérique
DK	Danemark	MG	Madagascar		
ES	Espagne				

PROCEDE ET INSTALLATION DE TRI
DES PILES ET ACCUMULATEURS USAGES

La présente invention se rapporte à un procédé et à une installation de tri de piles et accumulateurs usagés, ainsi qu'à un dispositif de mesure des propriétés ferromagnétiques de ceux-ci.

5 Depuis l'apparition des premières piles Zn-carbone sur le marché au début du siècle, la consommation de ces sources d'énergie portables ne cesse d'augmenter, que ce soit dans les activités professionnelles, ou dans la vie
10 quotidienne. Cette augmentation de la consommation de piles ou accumulateurs a encore accéléré durant ces vingt dernières années avec l'accroissement de l'utilisation des appareils électriques ou électroniques portables.

Parallèlement à cette augmentation de consommation, d'autres types de piles ou accumulateurs
15 plus performants font leur apparition sur le marché: les piles alcalines au Zn-MnO₂ au milieu des années 70, les piles au Lithium et à l'Argent au début des années 80, et les accumulateurs rechargeables au Ni-Cd durant ces dernières années.

20 Actuellement, la consommation de piles et accumulateurs en Europe occidentale est estimée à 100'000 tonnes par année, réparties en une dizaine de types de nature chimique différente.

Malgré les efforts considérables de la part des producteurs pour diminuer la charge des éléments très toxiques tels que le Cadmium et le Mercure, les piles et accumulateurs usagés, dûs à leur contenu de métaux lourds, sont considérés comme un déchet toxique et doivent être traités spécifiquement.

La question du problème du traitement de ces piles et accumulateurs usagés était le sujet de plusieurs débats depuis dix ans. Cette question devient de plus en plus prioritaire pour les pays occidentaux industrialisés, car la masse des piles et accumulateurs usagés rejetés dans les ordures urbaines augmente sans cesse. On comprend aisément les conséquences désastreuses sur l'environnement dues à l'émission des métaux lourds provenant de l'incinération de ces ordures urbaines.

Pour faire face à cette situation, les pouvoirs publics ont organisé depuis quelques années des campagnes de collecte des piles et accumulateurs usagés pour leurs traitements ultérieurs. Plusieurs tentatives et essais ont démontré qu'une collecte sélective de ces piles et accumulateurs usagés du grand public est techniquement impossible. Ces piles et accumulateurs sont donc collectés sous forme de mélanges, constitués par environ 200 à 250 types selon leur dimension, leur forme et leur nature chimique. Ces mélanges de piles et accumulateurs usagés sont actuellement stockés ou mis en décharge contrôlée, faute d'un procédé de traitement techniquement et économiquement fiable.

Plusieurs techniques de traitement-recyclage des piles et accumulateurs ont été développés, et sont

actuellement opérationnelles au niveau industriel. Ces procédés sont généralement développés pour traiter un seul type de piles ou d'accumulateurs provenant des rebuts de production ou d'une collecte sélective.

5 Ces procédés de traitement et de recyclage sont des technologies complexes. Pour un type de piles ou d'accumulateurs donné, le procédé doit pouvoir traiter plusieurs composés chimiques métalliques ou non-métalliques, dont la séparation demande un contrôle sévère
10 des conditions opérationnelles. En général, le seuil admissible d'éléments étrangers de ces procédés, par exemple un autre type de piles ou d'accumulateurs dans une charge donnée, ne peut pas dépasser 1% du poids.

Il est donc aisé de comprendre qu'il n'existe à ce
15 jour aucune usine de traitement-recyclage des mélanges de piles et accumulateurs usagés collectés, faute d'un tri préalable les séparant selon leur nature chimique pour un traitement sélectif subséquent.

Devant cette réalité, le développement d'un
20 procédé et d'équipements appropriés pour trier les mélanges de piles ou accumulateurs collectés devient une nécessité vitale pour les procédés de traitement subséquent.

Plusieurs possibilités ont été envisagées pour le
25 tri des piles ou accumulateurs usagés selon leur nature chimique, à partir des mélanges collectés auprès du grand public.

En tenant compte de leur taille, de leur forme et de leur nature chimique, environ 200 à 250 types de piles

ou accumulateurs sont répertoriés sur le marché. Une telle diversité des lots à trier nécessite l'établissement d'un schéma de tri logique afin d'éviter un travail trop fastidieux et inutile. En général, la technique de tri des piles ou accumulateurs usagés comprend au moins deux étapes successives :

- Première étape : un tri mécanique préalable du lot afin de séparer les piles ou accumulateurs selon leur forme et/ou leurs dimensions.

10 - Deuxième étape : pour une forme et/ou des dimensions données, la nature chimique des piles ou accumulateurs est déterminée par la mesure d'un ou plusieurs paramètres caractéristiques de la pièce concernée.

15 Par exemple, la nature chimique d'une pile ou d'un accumulateur peut être déterminée par la mesure de sa masse spécifique. En effet, une pile saline au Zinc-Carbène possède une masse spécifique d'environ 1,9 g/cm³, une pile alcaline au Zn-MnO₂ de 3,0 g/cm³, et un
20 accumulateur au Ni-Cd de 3,6 g/cm³. Cette méthode comporte une étape de tri mécanique pour séparer chaque classe de piles ou accumulateurs selon leurs dimensions, suivie d'une détermination du poids pour chaque pièce. Une éventuelle reconnaissance de la forme et des dimensions de
25 la pile ou accumulateur par des moyens optiques, mécaniques ou électro-mécanique permettrait de compléter ou de supprimer l'étape de tri mécanique. Selon le principe de tri se basant sur la masse spécifique, une flottation sélective dans un ou plusieurs milieux
30 appropriés a aussi été proposée. Toutefois, une application industrielle de tels procédés serait

improbable à cause du manque de fiabilité. En effet, si la différence de la masse spécifique des différents types de piles et accumulateurs est bien marquée en théorie, en pratique, cette reconnaissance est beaucoup plus complexe et dans certains cas, les valeurs sont complètement inversées. Lorsqu'une pile ou un accumulateur usagé est stocké dans un endroit non-protégé durant une longue période, sa masse spécifique peut varier dans une large limite à cause des problèmes d'absorption de l'humidité, de fuites de l'électrolyte ou de corrosion. De ce fait, la mesure de la masse spécifique d'une pile ou d'un accumulateur usagé n'est pas un moyen fiable pour déterminer sa nature chimique.

Les mesures des propriétés thermiques, acoustiques ou électriques sont aussi envisagées pour le tri des piles et accumulateurs usagés. Par exemple l'analyse de la vitesse de propagation des ultrasons à travers le corps de la pièce à analyser, ou la mesure du pouvoir de dissipation thermique de la pièce après une courte période de chauffage, ou encore la mesure de la résistance électrique résiduelle sont des indications directement liées à la composition ou/et la structure interne de la pile ou l'accumulateur usagé. Cependant comme dans le cas précédent, et pour les mêmes raisons dues à l'altération de l'état des piles ou accumulateurs après usage ou pendant leur stockage, ces méthodes ne peuvent pas garantir une fiabilité de tri suffisante.

L'analyse de la composition interne de la pile ou de l'accumulateur s'impose donc comme méthode fiable pour la détermination de leur nature chimique. Toutefois, pour des raisons techniques, économiques et de sécurité,

l'analyse de la composition interne doit s'effectuer avec des piles ou accumulateurs non ouverts. La méthode d'analyse utilisée devrait donc permettre de supprimer l'influence des couches extérieures de l'enveloppe de la
5 pile ou de l'accumulateur.

L'analyse directe de la composition interne des piles et accumulateurs par les méthodes basées sur rayons-X, par fluorescence ou par image d'absorption a déjà été proposée (W.H.J. BRUIS : *Sorting of mixed batteries by eddy current and X-ray image analysis methods - Nickel-Cadmium battery update 90 - Brussels - September 1990*).
10 Cependant ces techniques requièrent des équipements sophistiqués, délicats, une main d'oeuvre qualifiée et surtout un temps d'analyse très long, par exemple une
15 durée de 10 secondes par pièce est nécessaire pour accomplir une analyse par fluorescence X. Ces exigences ne sont pas compatibles avec les conditions opérationnelles et de rentabilité d'un procédé de traitement des déchets tels que les piles et accumulateurs usagés.

20 L'analyse indirecte de la composition interne est également possible par la mesure des propriétés physiques ou physico-électriques des métaux constituant la masse active des piles ou accumulateurs. La mesure des propriétés ferromagnétiques a été proposée dans l'article
25 cité ci-dessus pour distinguer un accumulateur au Ni-Cd possédant une masse interne ferromagnétique à d'autres piles telles que les piles au Zn-Carbone, Zn-MnO₂ ou Zn-Mercure dont la masse interne n'est pas ferromagnétique. Ce tri partiel était ensuite suivi par un tri
30 supplémentaire basé sur les rayons X.

L'analyse des propriétés magnétiques d'un corps métallique est possible par la mesure de la variation d'un champ magnétique lors du passage de ce corps à travers le champ. Cette méthode, dite "Courants de Foucault" ou "Eddy Current" est largement utilisée dans différent domaines industriels, spécifiquement dans les procédés de tri de l'industrie de boulonnerie, le tri des pièces de monnaie ou autres.

Si le principe de courants de Foucault est fiable pour le tri des pièces métalliques massives, dont la composition est uniforme et homogène dans sa coupe transversale, il l'est moins pour les pièces dont la composition est constituée par des couches concentriques tel que les piles ou accumulateurs.

Dans le principe des courants de Foucault, la variation du champ magnétique mesuré dépend essentiellement de la composition de la couche extérieure de la pièce à analyser. Cet effet est bien connu sous le nom de "l'effet de peau". Or, dans la plupart des piles et accumulateurs, la couche extérieure est constituée par une enveloppe en acier, dont l'épaisseur varie, entre différentes marques, de 0,15 à 0,35 mm. A cause de cette variation de l'épaisseur de l'enveloppe, et à cause de l'effet de peau lié à la méthode, les inversions de réponse sont souvent observées lors de l'utilisation des appareils existants, basés sur le principe des courants de Foucault, pour séparer les accumulateurs au Ni-Cd des autres piles au Zinc.

Etant donné que la profondeur de pénétration d'un champ magnétique à travers un corps métallique est

directement proportionnelle à l'inverse de la racine carrée de la fréquence du champ, il serait possible d'atténuer l'effet de peau lié au principe des courants de Foucault en utilisant un champ magnétique à basse

5 fréquence. Ceci permettrait de mieux analyser les propriétés ferromagnétiques de la masse interne de la pile ou de l'accumulateur. Malgré cette amélioration, les appareils de mesure existants basés sur la principe des courants de Foucault donnent toujours une réponse

10 intégrale, proportionnelle à la masse totale des matériaux ferromagnétiques de la pièce à analyser. Appliquée au tri des piles et accumulateurs usagés, cette réponse intégrale ne permet pas de distinguer une pile au zinc possédant une enveloppe d'acier de forte épaisseur d'un accumulateur au

15 Ni-Cd possédant une mince enveloppe. Dans certains cas donc, l'effet ferromagnétique de l'enveloppe épaisse d'une pile au zinc est plus grand ou égal à l'effet additionné de l'enveloppe et de la masse interne d'un accumulateur au Ni-Cd.

20 D'autre part, la détermination de la masse ferromagnétique totale par une mesure globale exige un tri mécanique très poussé pour séparer les piles et accumulateurs usagés selon leur dimension exacte.

A ce jour, aucun procédé de tri automatique n'est

25 suffisamment fiable pour être applicable à l'échelle industrielle, notamment pour des mélanges de piles et accumulateurs usagés collectés de manière non-sélective.

Le meilleur schéma de tri proposé actuellement est un compromis de différentes méthodes semi-automatiques et

30 manuelles (Lindhqvist T. & Christansen K. : *Collection and sorting of used batteries - University of Lund (Sweden) -*

20 Jan 1990). Ce schéma de tri comprend plusieurs étapes successives et peut être résumé de la manière suivante:

- Tri mécanique pour séparer des éléments dont le diamètre est plus grand que 37 mm.
- 5 - Tri mécanique pour séparer des éléments de diamètre inférieur à 37 mm en plusieurs groupes selon chaque dimension standard.
- 10 - Pour chaque dimension standard, les éléments au Zn-Carbone, au Pb-Acide et au Mercure sont séparés par une mesure de poids spécifique.
- 15 - Pour chaque dimension standard, les piles alcalines Zn-MnO₂ et les accumulateurs au Ni-Cd sont séparés par la mesure de la vitesse de propagation des ultrasons.
- 15 - Les pièces de dimension non-standard, ou de diamètre supérieur à 37 mm, sont triées manuellement.

Description de l'Invention

- 20 La présente invention a pour objet un procédé simple permettant de trier et de séparer automatiquement les piles ou accumulateurs usagés selon leur nature chimique. En particulier, l'invention a pour objet un
- 25 procédé et un dispositif d'analyse des piles ou accumulateurs usagés afin de permettre la détermination de leur nature chimique. Le procédé et les équipements propres à cette invention permettent de trier et de séparer d'une manière rapide, fiable et économique les

piles ou accumulateurs usagés selon leur nature chimique, quels que soient leur forme, leurs dimensions ou leur état.

La présente invention propose un procédé de tri
5 des piles et accumulateurs usagés de différentes tailles, dimensions et natures chimiques comprenant une étape de tri mécanique basée sur la forme et les dimensions et une étape de tri électromagnétique basée sur l'analyse d'une image ferromagnétique de la pile ou de l'accumulateur.

10 Le nouveau procédé et dispositif de mesure électromagnétique permet d'éliminer l'effet prédominant de l'enveloppe d'acier des piles ou accumulateurs, et peut effectuer le tri d'un mélange de différentes piles ou accumulateurs ayant des dimensions similaires.

15 Un schéma de tri, basé sur l'analyse statistique des piles et accumulateurs usagés collectés et sur les exigences de leurs traitements subséquents est également proposé. L'optimisation du schéma de tri permet de simplifier les procédures de tri et les équipements
20 utilisés, tout en respectant les exigences de pureté des procédés de traitements sélectifs subséquents.

Le procédé et les équipements de tri proposés par cette invention présentent comme avantage la simplicité, la fiabilité, la rapidité et une exploitation économique.

25 Le procédé de tri selon l'invention est caractérisé en ce que l'étape de tri chimique comporte l'élaboration, par passage d'une pile ou d'un accumulateur au travers d'un champ magnétique, d'une réponse inductive à deux composantes. L'une de ces composantes est

//

représentative de la masse ferromagnétique de la pile ou de l'accumulateur, l'autre représentative de la distribution de la masse ferromagnétique dans celle-ci ou celui-ci. Ceci permet l'élaboration d'un signal de
5 contrôle de tri basé sur la reconnaissance, soit de l'amplitude de ces deux composantes, soit de l'amplitude de l'un de ces composants. Ainsi, toutes les sortes de piles et accumulateurs peuvent être triées d'une manière simple et efficace.

10 L'élaboration de la réponse inductive à deux composantes s'effectue de préférence par:

- le déplacement de piles ou accumulateurs à travers le champ magnétique à une vitesse constante à $\pm 10 \%$, de préférence avec un axe de symétrie de la pile
15 ou de l'accumulateur parallèle à l'axe de déplacement;
- le captage du flux électrique induit créé par les piles ou accumulateurs par un capteur inductif; et
- le traitement du signal du capteur inductif pour produire un signal correspondant à la masse
20 ferromagnétique et à sa distribution selon l'axe de déplacement.

Dans le procédé selon l'invention, le déplacement des piles ou des accumulateurs à une vitesse constante est importante afin d'assurer une reconnaissance fiable à
25 partir de la réponse inductive à deux composantes. Cette vitesse est habituellement entre 0,2 et 2,0 m/s, de préférence entre 0,5 et 1 m/s. Contrairement aux méthodes connues utilisant les courants de Foucault, où la vitesse des piles ou des accumulateurs n'est pas critique, selon
30 l'invention une vitesse constante est imposée, de préférence par une bande transporteuse à vitesse réglable.

12

La chute simple des pièces n'est pas recommandable à moins de prendre des précautions afin d'éviter les variations de vitesse dues aux états des surfaces.

Avantageusement, le captage du flux s'effectue
5 avec un capteur inductif présentant au moins une bobine, par laquelle les piles ou accumulateurs passent, de préférence par un axe parallèle à l'axe de la bobine et on emploie un champ magnétique variable produit au moyen d'un circuit d'excitation.

10 De cette manière, on peut soumettre certaines piles ou accumulateurs à deux mesures inductives différentes, soit par la fréquence, et/ou la tension d'excitation d'un circuit d'excitation du champ magnétique, et/ou par la vitesse de déplacement.

15 On peut également soumettre certaines piles ou accumulateurs à un premier tri basé sur la reconnaissance d'une seule composante d'une première réponse inductive, suivie, pour une partie des piles ou accumulateurs ainsi triées, d'un second tri basé sur les deux composantes
20 d'une seconde réponse inductive.

Par exemple, un lot de piles ou d'accumulateurs mélangés peut être trié une première fois en utilisant seulement la masse ferromagnétique totale comme critère de tri. Ce premier tri permet de séparer le mélange en trois
25 lots : un premier lot groupant les piles à base de zinc (Zn-C ou Zn-MnO₂) avec une enveloppe standard; un deuxième lot groupant les piles au Mercure; et un troisième lot groupant les accumulateurs Ni-Cd et les piles alcalines Zn-MnO₂ avec une enveloppe épaisse.

Le troisième lot nécessite donc un deuxième tri avec une fréquence de champ d'excitation plus basse, et/ou avec une vitesse de passage plus lente pour élaborer l'image ferromagnétique de la pile ou de l'accumulateur.

- 5 Le critère de tri de cette deuxième étape est basé sur les deux composantes de l'image ferromagnétique de la pile ou de l'accumulateur.

Cette manière de procéder présente l'avantage de trier rapidement le 70 à 80 % des piles à base de zinc ou
10 les piles au Mercure standard. Le 20 à 30 % des piles alcalines non-standard mélangées avec les accumulateurs Ni-Cd sont séparées par une deuxième étape plus lente.

Selon un schéma de tri :

- l'étape de tri mécanique comporte le tri en
15 plusieurs groupes de piles et/ou accumulateurs de forme et de dimensions semblables;

- l'étape de tri chimique par élaboration de réponse inductive à deux composantes s'effectue, soit pour tous les groupes, soit pour certains groupes
20 nécessitant ce tri chimique, les autres groupes n'étant pas assujettis à ce tri chimique; et

- l'étape de tri chimique est suivie par le regroupement de toutes les piles et accumulateurs, assujettis ou non au tri chimique, en groupes dont la
25 composition chimique est adaptée au traitement pour la récupération des métaux.

D'autres caractéristiques du procédé et de l'installation de tri sont élaborées dans les revendications et dans la description qui suit.
30 L'invention concerne également un dispositif de mesure des

propriétés ferromagnétiques des piles ou accumulateurs usagés dans ce procédé de tri, comportant un circuit d'excitation destiné à produire un champ magnétique, des moyens pour déplacer les piles ou accumulateurs à travers ce champ magnétique à une vitesse constante à $\pm 10\%$, un capteur du flux électrique induit crée par les piles ou les accumulateurs lorsqu'ils traversent ce champ, et des moyens de traitement du signal du capteur pour produire une réponse inductive à deux composantes, l'une représentative de la masse ferromagnétique de la pile ou de l'accumulateur, l'autre représentative de la distribution de la masse ferromagnétique dans celle-ci ou celui-ci. Ce dispositif peut incorporer tous les détails décrits ci-après.

15

Description des Dessins

Dans les dessins ci-annexés :

- La Figure 1 illustre un exemple de distribution statistique des piles et des accumulateurs usagés;
- La Figure 2 est un schéma d'une installation de tri selon l'invention;
- La Figure 3 est un diagramme représentant cette installation;
- Les Figures 4a, 4b et 4c représentent les coupes d'une pile Zinc-Carbone, d'une pile alcaline et d'un accumulateur au Ni-Cd;
- La Figure 5 est un schéma d'un dispositif de mesure des spectres ferromagnétiques;

- La Figure 6 représente les courbes de réponse inductive du dispositif de mesure de la Figure 5;

- Les Figures 7 et 8 représentent schématiquement les courbes de réponse inductive de différents types de piles ou accumulateurs de différentes marques, obtenues
5 par le traitement du signal de réponse du dispositif de mesure de la Figure 5;

- La Figure 9 représente schématiquement une unité de tri avec un dispositif de mesure des réponses
10 inductives à deux composantes; et

- La Figure 9a représente un détail de l'unité de tri de la Figure 9.

L'analyse statistique présentée dans la Figure 1 et le Tableau I montre qu'en se basant sur leur forme et
15 leurs dimensions, les piles et accumulateurs usagés collectés auprès du public peuvent être divisés en cinq classes de taille et de forme similaires, énumérées à la revendication 9.

TABLEAU II

	CLASSE 1 MULTICELLS	CLASSE 2 BOUTONS	CLASSE 3 CYLINDRES (petit)	CLASSE 4 CYLINDRES (grand)	CLASSE 5 PRISMES
FORME	BLOCS PRISMATIQUES	BOUTONS	CYLINDRES dia < 17 mm	CYLINDRES dia > 20 mm	PRISMES
Dimensions (mm)					
Longueur	160 75		30-50 50 17 25	45-50 60-100	50 57 64 75
Larg. / Diam	95 65	6.5 12-15 20	10-11 15 16 16	22-25 32-34	26 15 62 42
Epaisseur	50 25	3.0 5-6 1.5			17 15 22 22
Poids (g)	2000 250	0.7 2-4 1.5	5-12 23 14 19	40-75 100-150	50 25 130 90
Chimie	Zn/C, Pb/Acide Ni/Cd; Zn/MnO ₂	Hg, Zn/Air, Zn/Mn, Ag, Li, Ni/Cd	Zn/Mn, Zn/C, Ni/Cd, Ni/H ₂ Hg, Ag, Li	Zn/Mn, Zn/C, Ni/Cd	Zn/C, Zn/Mn, Ni/Cd, Li
Statistique (% p.)					
Zn-Mn	0-5	20-30	50-60	60-70	15-25
Zn-C	55-80	0	30-40	20-30	70-80
Zn-Air	0	5-15	0	0	0
Hg	0	40-60	< 0.1	0	0
Ag	0	5-10	< 0.1	0	0
Li	0	2-5	< 0.1	0	1-2
Pb/Acide	35-15	0	0	0	0
Ni/Cd & Ni/H ₂	5-10	< 0.5	5-10	5-10	0.1-0.15

Etant donné les exigences des procédés existants pour le traitement sélectif des piles et accumulateurs usagés se limitant à 1 % du poids des éléments étrangers, le schéma de tri suivant est proposé :

- 5 - Classe 1 : Blocs en assemblage (dit "multicells"). Un tri suivant la nature chimique est nécessaire pour séparer en trois lots d'accumulateurs de Ni-Cd et/ou Ni-Hydrogène, accumulateurs de Pb-Acide et des piles au Zn-Carbone ou Zn-MnO₂.
- 10 - Classe 2 : Piles et accumulateurs en forme de boutons. Etant donné son faible pourcentage dans la masse totale, seule l'élimination du Mercure nécessite un traitement sélectif des piles boutons. Donc, aucun tri
- 15 suivant la nature chimique n'est nécessaire. Les piles et accumulateurs en forme de boutons peuvent être dirigés directement au lot de pile de Mercure.
- Classe 3 : Piles et accumulateurs cylindriques de diamètre égal ou inférieur à 17 mm. Un tri suivant la nature chimique est nécessaire pour séparer en trois lots
- 20 des accumulateurs au Ni-Cd ou Ni-Hydrogène, des piles au Mercure et des piles au zinc. Etant donné les faibles pourcentages des autres types de piles (Li-MnO₂, Zn-AgO, etc...), leur séparation n'est pas nécessaire. Ces types de piles peuvent être dirigés vers le lot des piles au
- 25 zinc.
- Classe 4 : Piles et accumulateurs cylindriques de diamètre supérieur ou égal à 20 mm. Un tri suivant la nature chimique est nécessaire pour séparer les accumulateurs au Ni-Cd des piles au zinc.

- Classe 5 : Piles et accumulateurs de forme prismatique. Etant donné les faibles pourcentages des éléments au Ni-Cd, au Li-MnO₂ ou autres, un tri suivant la nature chimique n'est pas nécessaire. Ces éléments peuvent
5 être dirigés vers le lot des piles au zinc.

La Figure 2 représente les flux de tri selon le schéma de tri proposé, pour une capacité nominale de une tonne (= 25'000 unités) par heure. Les piles et accumulateurs subissent d'abord un tri selon leurs formes
10 et leurs dimensions dans une unité de tri mécanique 10, représentée plus en détail dans la Figure 3. A la sortie de l'unité 10, il y a un débit *a* de multicells d'environ 50 unités/heure, un débit *b* de boutons d'environ 1'500 unités/heure, un débit *c* de petits cylindres d'environ
15 15'500 unités/heure, un débit *d* de grands cylindres d'environ 4'950 unités/heure, et un débit *e* de prismes d'environ 3'000 unités/heure. Les débits *a*, *c* et *d* sont soumis à un tri selon la composition chimique par des dispositifs de mesure électromagnétiques 19a, 19c et 19d
20 suivis de dispositifs de sortie à trois voies 18a, 18c et 18d respectivement.

A l'entrée des dispositifs de mesure électromagnétiques 19c, 19d, les piles ou accumulateurs passent par un dispositif de distribution 16c, 16d agencé
25 pour aligner les piles ou accumulateurs dans l'axe du dispositif 19c, 19d. Vu que le débit *a* de multicells est faible et que les multicells se présentent sous des formes diverses, leur alignement peut se faire manuellement.

Les dispositifs de sortie 18a, 18c et 18d
30 aiguillent les piles et accumulateurs vers les lots I à IV

selon la composition chimique. Dans le cas du débit d de grands cylindres, la troisième voie du dispositif de sortie 18d renvoie des petits cylindres au débit c. Le débit b de boutons est dirigé directement vers le lot IV de piles au Mercure, et le débit e de prismes est dirigé
5 directement vers le lot II de piles au zinc. Il est possible, comme indiqué en pointillé, de faire subir aux piles du lot III un deuxième tri dans l'unité 19c pour séparer les piles Ni-Cd et Ni-H₂.

10 Après l'opération de tri, le mélange de piles ou accumulateurs usagés est séparé en quatre groupes ou lots, pour les traitements suivants :

Lot I composé des accumulateurs au Pb-Acide de différentes tailles. Ces accumulateurs seront broyés, les
15 parties du container en plastique et de la masse active en plomb ou en composés à base de plomb seront séparés par flottation, au par d'autres moyens. La masse active est dissoute dans l'acide fluoroborique, et le plomb métallique est récupéré par électrolyse sous forme de
20 dépôt cathodique.

Lot II composé des piles au Zn-Carbone ou Zn-MnO₂, avec moins de 0,2 à 0,5 % d'autres types de piles telles que Li-MnO₂ et/ou Zn-AgO. Ces piles peuvent être traitées par un procédé thermique à 1200-1300°C. La présence des
25 poudres de graphite de la masse active des piles au zinc permet de créer une atmosphère réductrice dans le four. Les composés de zinc sont donc réduits en zinc métallique pour être distillés et séparés en phase vapeur à 700-900°C, L'oxyde de manganèse subit également une réduction,
30 et réagit avec l'enveloppe en fer pour être récupérée sous forme d'un alliage ferro-manganèse. Les autres éléments sont répartis dans la masse de zinc et de ferro-manganèse

sous forme d'impuretés avec une concentration maximale entre 0,0005 à 0,0050 %.

Lot III composé des accumulateurs au Ni-Cd et Ni-Hydrogène. Ces derniers représentent usuellement entre 0,5 à 2,0 % de la masse totale de ce groupe. Ces accumulateurs sont également traités par un procédé thermique entre 1000-1200°C. Pour créer une atmosphère réductrice, une quantité de poudres de graphite est mélangée avec ces accumulateurs. Les composés de cadmium sont réduits à l'état métallique pour être distillés et séparés en phase vapeur à 700-900°C. Les composés de nickel subissent également une réduction et réagissent avec l'enveloppe en fer pour être récupérés sous forme d'un alliage ferro-nickel.

Lot IV composé de 30 à 50 % de piles au Mercure mélangées avec d'autres types de tels que Zn-Air, Li-MnO₂, Zn-MnO₂ ou Ni-Cd. Ce lot est traité thermiquement entre 400 et 600°C. Le Mercure est séparé par distillation. La masse restante, qui représente entre 15 et 30 Kg par tonne de piles ou accumulateurs usagés traités est mélangée avec le Lot II pour le traitement final.

Equipement de tri mécanique

La Figure 3 représente schématiquement l'unité de tri mécanique d'une installation de tri selon l'invention.

A l'entrée, le mélange de piles et accumulateurs collectés est déversé sur un tamis 1, dont le passage est de 40 mm x 70 mm. Ce tamis permet de retenir les blocs en assemblage (multicells - Classe 1), dont les dimensions

sont supérieures aux orifices de passage. Ce tamis 1 peut être construit sous forme de grille ou de plateau métallique perforé, et peut être soumis à des vibrations pour accélérer la séparation.

5 Les blocs en assemblage multicells ainsi séparés sont dirigés par gravité par un conduit 4a et par un tapis roulant 20a vers une unité de mesure électromagnétique 19a, pour être séparés selon leur nature chimique par un dispositif de sortie à trois voies 18a.

10 La fraction des piles et accumulateurs ayant passé à travers le tamis 1 est alors dirigée par un tapis élévateur 17 vers un table vibrante 2 comportant un plan incliné à 20 - 30°. Ce plan incliné est soumis aux vibrations d'un vibreur électrique dont la fréquence se
15 situe entre 1000 et 2000 Hz, avec une amplitude de 0,5 à 1,0 mm.

Le plan incliné 2 est divisé en deux sections 2b et 2c constituées par des lamelles en acier de 35 à 40 mm de large, de 50 à 150 cm de long et de 1 à 2 mm
20 d'épaisseur. Ces lamelles possèdent deux pliures de 20°, à 5 mm de chaque bord, dans le sens de la largeur.

La section 2b peut être composée de huit à quinze lamelles parallèles espacées entre elles de 7 mm. Cette largeur de fente est calculée pour laisser passer toutes
25 les piles en forme de bouton et retenir, sur le plan incliné 2b, les autres éléments.

Les piles boutons ainsi séparées sont ensuite dirigées par gravité par un conduit 4b et/ou par un tapis roulant vers le lot IV de piles au Mercure.

La fraction restant sur le plan incliné 2b continue son avance sous l'influence des vibrations jusqu'à la section 2c.

La section 2c peut être composée de huit à quinze
5 lamelles espacées entre elles de 18 mm. Cette largeur de fente permet le passage des piles et accumulateurs cylindriques, dont le diamètre est égal ou inférieur à 17 mm. Les éléments de dimensions supérieures sont retenus sur le plan incliné 2.

10 Les piles ou accumulateurs cylindriques de diamètre égal ou inférieur à 17 mm ainsi séparés sont dirigés par gravité par un conduit 4c et par un tapis roulant 20c et/ou par gravité vers une unité de mesure électromagnétique 19c pour être séparés selon leur nature
15 chimique par un dispositif de sortie à trois voies 18c.

La fraction restante après le passage successif au travers des sections 2b et 2c de la table vibrante 2 se constitue des éléments prismatiques et des éléments cylindriques de diamètre égal ou supérieur à 20 mm. Cette
20 fraction est alors dirigée vers une deuxième table vibrante 3.

La table vibrante 3 est constituée d'un plan plein en acier, incliné dans les deux sens (OX) et (OY). L'inclinaison dans le sens OY est réglable entre 25-30°;
25 l'inclinaison dans le sens OX est réglable entre 15-20°. Le mélange des piles et accumulateurs prismatiques et cylindriques restant est introduit au point le plus haut de la table 3. Des chicanes bien disposées permettent de placer les éléments cylindriques en une position telle que

l'axe du cylindre soit orienté dans le sens OY. Sous l'influence des vibrations, le mélange avance dans le sens OY. A la sortie des chicanes, les éléments cylindriques roulent sur eux-mêmes pour avancer dans le sens OX et pour
5 sortir de la table 3 par le côté latéral le plus bas. Les éléments prismatiques se déplacent par glissement dans le sens OY selon la diagonale de la table 3 pour sortir au point le plus bas.

Les piles et accumulateurs cylindriques de
10 diamètre égal ou supérieur à 20 mm ainsi séparés sont dirigés par gravité par un conduit 4d et par un tapis roulant 20d vers une unité de mesure électromagnétique 19d pour être séparés selon leur nature chimique par un dispositif de sortie à trois voies 18d.

15 Les éléments prismatiques à la sortie de la table vibrante 3 sont ensuite dirigés directement par gravité par un conduit 4e ou par un tapis roulant vers le lot II des piles au zinc.

Mesure Electromagnétique

20 La Figure 4a représente en coupe une pile au zinc-carbone comportant une enveloppe 30 en acier, plastique ou papier, une anode 31 en zinc, un séparateur 32 en matière plastique poreux, une masse cathodique 33 constituée d'un mélange de poudres d'oxyde de manganèse et de carbone avec
25 un électrolyte et un collecteur de courant cathodique 35 en graphite.

La Figure 4b représente en coupe une pile alcaline comportant une enveloppe 36 en acier, une masse anodique 37 constituée d'un mélange de poudre de zinc avec un

électrolyte, un séparateur 38 en matière plastique poreux, une masse cathodique 39 constituée d'un mélange de poudres d'oxyde de manganèse et carbone avec un électrolyte et un collecteur de courant anodique 40 en laiton.

5 La Figure 4c représente en coupe un accumulateur au Ni-Cd comportant une enveloppe 41 en acier nickelé, des anodes 42 en cadmium sous forme enroulée, des séparateurs 43 en matière plastique poreuse et des cathodes 44 en
10 feuilles de nickel imprégnées de mélange de poudres d'oxyde de nickel et un électrolyte.

 On peut ainsi voir que le contenu des piles à base de zinc (piles au zinc-carbone et alcalines) est constitué par des éléments dits "non-ferromagnétiques". Dans le cas d'un accumulateur au Ni-Cd, la propriété ferromagnétique
15 du contenu est due à la présence des composants à base de nickel. Ainsi, la masse ferromagnétique des piles à base de zinc (y compris la masse d'acier de l'enveloppe) est différente de celle des accumulateurs au Ni-Cd. D'autre
20 part, la masse ferromagnétique des piles au zinc, représentée par leur enveloppe en acier 30, 36, est répartie uniformément et symétriquement par rapport à un
axe radial passant par le milieu de la pièce, indiqué par un ligne en pointillé dans la Figure 4a. Dans le cas des
accumulateurs au Ni-Cd, cette masse ferromagnétique,
25 représentée par l'enveloppe en acier 41 et les composants internes à base de nickel, n'est pas uniforme et symétrique par rapport à ce même axe radial.

 La Figure 5 représente schématiquement un exemple de réalisation du dispositif de mesure selon l'invention.
30 Un circuit d'excitation 50 alimenté par une source de tension variable 51, produit un flux variable traversant

la masse de la pile ou de l'accumulateur à analyser 52. La longueur totale axiale du circuit d'excitation 50 doit être inférieure à celle de la pile ou l'accumulateur 52, de préférence entre 1/10 et 1/5 de la longueur de la pièce à analyser.

Suivant la position de la pile ou de l'accumulateur 52 dans le champ magnétique créé par le circuit d'excitation 50, un flux inductif, proportionnel à la masse ferromagnétique de la portion de la pile ou de l'accumulateur 52 soumise au champ magnétique, est capté par un capteur inductif 53 relié aux moyens de traitement 54 et 55. Le moyen de traitement 54 est composé d'un ou de plusieurs amplificateurs sélectifs de tension permettant d'adapter le niveau et la fréquence du signal inductif C à ceux de la tension d'entrée F du moyen de traitement 55. Le moyen de traitement 55 est composé d'un ou de plusieurs filtres actifs ou passifs permettant d'éliminer les interférences indésirables provenant du capteur 53.

Ce dispositif de mesure fournit un signal S à la sortie des moyens de traitement 55 dont l'amplitude est fonction de la masse ferromagnétique de la pile ou de l'accumulateur à analyser 52, qui est soumise au champ du circuit d'excitation 50.

La Figure 6 représente un exemple de l'amplitude du signal S en fonction de la tension U du circuit d'excitation 50, et pour différents types de piles ou accumulateurs placés en position statique dans le champ du circuit d'excitation 50. Dans cette Figure, la courbe (a) représente la réponse S pour une pile alcaline au Zn-MnO₂

du type AA* , la courbe (b) celle d'une pile au Zn-Carbone du type AA et la courbe (c), la réponse d'un accumulateur au Ni-Cd du type AA. Donc, la mesure de l'amplitude du signal S1, S2 ou S3 à une tension Um devrait permettre de
5 déterminer la nature chimique de la pile ou de l'accumulateur à analyser.

En déplaçant la pile ou l'accumulateur à analyser 52 à une vitesse constante dans le champ du circuit d'excitation 50, et en enregistrant l'amplitude du signal
10 S en fonction du temps, on obtient une réponse qui représente la répartition de la masse ferromagnétique de la pile ou de l'accumulateur selon son axe.

La Figure 7 représente la reconstitution schématique des réponses obtenues par le dispositif de
15 mesure décrit plus haut, respectivement avec une pile au Zn-Carbone du type AA (courbe a), une pile au Li-MnO₂ du type AA (courbe b), une pile alcaline au Zn-MnO₂ du type AA (courbe c), une pile au Mercure (courbe d) et un
20 accumulateur au Ni-Cd du type AA (courbe e). Les pièces à analyser étaient déplacées à travers le circuit d'excitation 50 à une vitesse constante de 50 cm/seconde.

L'analyse de ces réponses permet d'obtenir différentes grandeurs caractéristiques du type de pile ou d'accumulateur analysé :

25 - l'amplitude maximale du signal S est proportionnelle à la masse ferromagnétique totale de la pièce à analyser.

* Type AA désigne des piles ou des accumulateurs cylindriques de 14mm de diamètre et de 50mm de longueur, selon les normes de l'American National Standards Institute ANSI.

- la largeur de la réponse à l'amplitude 0 est proportionnelle à la longueur de la pièce à analyser.

- la position de l'amplitude maximale du signal S, par rapport à la moitié de la largeur de la courbe à l'amplitude 0, constitue un spectre ou l'image ferromagnétique de la pièce à analyser, en d'autres termes la réponse inductive à deux composantes.

Dans les cas considérés comme standards, qui représentent environ 75 à 85 % des cas, la considération de l'une des deux premières caractéristiques est suffisante pour déterminer la nature chimique des piles ou accumulateurs usagés de différentes tailles. Pour les cas "non-standards", la considération d'une des deux premières caractéristiques est insuffisante.

La Figure 8 représente les réponses obtenues avec des piles alcalines au Zn-MnO₂ du type AA, de marques différentes (courbes a et c), et avec des accumulateurs au Ni-Cd du type AA, de marques différentes (courbes b et d).

Les courbes a et b représentent les cas standards décrits plus haut. Les courbes c et d représentent les cas non-standards où la pile alcaline au Zn-MnO₂ possède une enveloppe en acier de forte épaisseur, et l'accumulateur au Ni-Cd possède une enveloppe très mince. Dans un tel cas, la mesure seule de l'amplitude maximale du signal S conduirait à une erreur sur la détermination de la nature chimique de la pièce à analyser. La comparaison de l'image ferromagnétique, ou la détermination de l'amplitude maximale et de la position de l'amplitude maximale de la courbe, sera par contre un paramètre fiable pour déterminer la nature chimique de la pièce à analyser.

Il est évident que la tension du signal S et sa courbe complète peuvent être codifiés par un traitement logiciel pour optimiser le temps de mesure et d'analyse, qui se situe de préférence entre 0,2 et 0,4 seconde par
5 pièce. Le résultat codifié de l'analyse du signal S ou de sa courbe est utilisée comme commande d'un dispositif électro-pneumatique ou électro-mécanique qui sépare les piles ou accumulateurs selon leur nature, décrit ci-après.

L'Unité de Tri Electromagnétique

10 La Figure 9 représente schématiquement l'unité de tri comprenant le dispositif de mesure électromagnétique 19 décrit plus haut, et le dispositif de sortie 18.

Sur un tapis roulant 21, constitué par une matière isolante, non magnétique, les piles ou accumulateurs 52
15 sortant des sections de tri mécanique 10 sont amenés un à un jusqu'à l'unité de mesure 19. Par un profil spécial du tapis 21, les piles ou accumulateurs 52 sont positionnés de manière à ce que leur axe soit parallèle à celui de l'unité de mesure 19. La vitesse de déroulement du tapis
20 21 est réglable, par exemple entre 0,5 et 1,5 m/s.

L'unité de mesure 19 est constituée d'un cylindre en matière isolante, non magnétique, dont le diamètre est calculé en fonction des dimensions des piles ou accumulateurs à analyser. En règle générale, sa longueur
25 est égale ou inférieure à la longueur des piles ou des accumulateurs. L'unité de mesure 19 comprend une bobine d'excitation 50 et un capteur inductif 53. La source de tension 51 et les moyens de traitement des signaux 54 et 55 de la Figure 5 sont représentés schématiquement à la

Figure 9 par une unité de commande 22, qui possède également un dispositif d'analyse des signaux délivrés par le capteur 53 et les moyens de traitement 54 et 55. Ce dispositif d'analyse donne également un ordre codifié, en fonction du résultat de l'analyse de la courbe de réponse inductive, à un circuit de commande de l'unité de sortie 18. Le dispositif d'analyse peut être un ordinateur central travaillant avec un logiciel adéquat. Il est évident qu'un logiciel simple permet de distinguer les différentes courbes de réponse inductive entre elles, sur la base d'une ou de deux composantes, et ainsi de reconnaître les différents types de piles ou accumulateurs, en utilisant des piles ou des accumulateurs standards comme calibre.

Le dispositif de sortie 18 peut être constitué par un plan incliné 24 avec trois voies de sortie 26a, 26b et 26c, aménagés selon le sens incliné du plan. Deux clapets 25, actionnés par des servo-moteurs, sont placés à la jonction des voies de sortie du plan 24 pour dévier la trajectoire de chute des piles ou accumulateurs 52 vers une des voies de sortie 26a, 26b ou 26c.

A la sortie du dispositif de mesure 19, la pile ou l'accumulateur 52 tombe, à la fin du tapis roulant 21 sur le plan incliné 24 du dispositif de sortie 18. En même temps, le dispositif d'analyse des signaux 22 donne un ordre, qui correspond à ses résultats d'analyse, pour actionner ou non un des clapets 25. Ainsi, en fonction de leur nature chimique, la trajectoire de chute des piles ou accumulateurs 52 est déviée sur une des voies de sortie 26a, 26b ou 26c du plan incliné 24. L'opération de tri est ainsi réalisée.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de tri de piles et accumulateurs usagés de différentes formes et dimensions et de différentes compositions chimiques, comportant une étape de tri
5 mécanique selon les formes et les dimensions, suivie d'une étape de tri selon la composition chimique basée sur la mesure d'un paramètre physique, caractérisé en ce que l'étape de tri chimique comporte l'élaboration, par passage d'une pile ou d'un accumulateur au travers d'un
10 champ magnétique, d'une réponse inductive à deux composantes, l'une représentative de la masse ferromagnétique de la pile ou de l'accumulateur, l'autre représentative de la distribution de la masse ferromagnétique dans celle-ci ou celui-ci, et
15 l'élaboration d'un signal de contrôle de tri basé sur la reconnaissance, soit de l'amplitude de ces deux composantes, soit de l'amplitude de l'une de ces composantes.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé
20 en ce que l'élaboration de la réponse inductive à deux composantes s'effectue par:

- le déplacement de piles ou accumulateurs à travers le champ magnétique à une vitesse constante à $\pm 10\%$, de préférence avec un axe de symétrie de la pile ou de
25 l'accumulateur parallèle à l'axe de déplacement;

- le captage du flux électrique induit créé par les piles ou accumulateurs par un capteur inductif (53); et

- le traitement du signal du capteur inductif pour produire un signal correspondant à la masse
30 ferromagnétique et à sa distribution selon l'axe de déplacement.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le captage du flux s'effectue avec un capteur inductif présentant au moins une bobine (53), par laquelle les piles ou accumulateurs passent, de
5 préférence par un axe parallèle à l'axe de la bobine.

4. Procédé selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce qu'un champ magnétique variable est produit au moyen d'un circuit d'excitation (51).

5. Procédé selon la revendication 2 ou 3 ou 4,
10 caractérisé en ce que l'on soumet certaines piles ou accumulateurs à deux mesures inductives différentes, soit par la fréquence, et/ou la tension d'excitation d'un circuit d'excitation du champ magnétique, et/ou par la vitesse de déplacement.

15 6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'on soumet certaines piles ou accumulateurs à un premier tri basé sur la reconnaissance d'une seule composante d'une première réponse inductive, suivie, pour une partie des piles ou accumulateurs ainsi triées, d'un
20 second tri basé sur les deux composantes d'une seconde réponse inductive.

7. Procédé selon n'importe laquelle des revendications 2 à 6, caractérisé en ce que la vitesse de déplacement des piles ou des accumulateurs est située
25 entre 0,2 et 2,0 m/s, de préférence entre 0,5 et 1 m/s.

8. Procédé selon n'importe laquelle des revendications précédentes, caractérisé en ce que:

- l'étape de tri mécanique comporte le tri en plusieurs groupes de piles et/ou accumulateurs de forme et de dimensions semblables;

5 - l'étape de tri chimique par élaboration de réponse inductive à deux composantes s'effectue, soit pour tous les groupes, soit pour certains groupes nécessitant ce tri chimique, les autres groupes n'étant pas assujettis à ce tri chimique; et

10 - l'étape de tri chimique est suivie par le regroupage de toutes les piles et accumulateurs, assujettis ou non au tri chimique, en groupes dont la composition chimique est adaptée au traitement pour la récupération des métaux.

15 9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'étape de tri mécanique comporte un groupage en:

- classe 1, multicells, comportant des piles zinc-carbone et des accumulateurs plomb-acide et nickel-cadmium;

20 - classe 2, boutons, comportant des piles au Mercure, zinc-air, zinc-manganèse, argent, lithium et des accumulateurs nickel-cadmium;

25 - classe 3, petits cylindres de diamètre jusqu'à 20 cm, comportant des piles zinc-manganèse, zinc-carbone, des accumulateurs nickel-cadmium, nickel-hydrogène, et des piles au mercure, argent et lithium;

- classe 4, grands cylindres de diamètre à partir d'environ 20 cm, comportant des piles zinc-manganèse, zinc-carbone et nickel-cadmium; et

30 - classe 5, prismes, comportant des piles zinc-carbone, zinc-manganèse, lithium, et des accumulateurs nickel-cadmium; et

l'étape de tri chimique comporte la séparation selon la réponse inductive,

- des unités de la classe 1 aux lots au zinc, au plomb et au nickel;

5 - des unités de la classe 3 aux lots au zinc, au nickel et au mercure; et

- des unités de la classe 4 aux lots au zinc et au nickel, éventuellement avec un renvoi de petits cylindres à la classe 3.

10 10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que les unités des classes 1 et 5 sont distribués sans tri chimique:

- la classe 1 avec les lots au mercure, et
- la classe 5 avec les lots au zinc.

15 11. Installation de tri de piles et accumulateurs usagés de différentes formes et dimensions et de différentes compositions chimiques, comportant des moyens de tri mécanique selon les formes et les dimensions (10), suivi des moyens de tri selon la composition chimique sur
20 la base d'une mesure d'un paramètre physique, caractérisée en ce que les moyens de tri chimique comportent :

- des moyens (21) pour déplacer les piles ou les accumulateurs à travers un champ magnétique,

25 - des moyens (53, 54, 55) d'élaboration lors du passage d'une pile ou d'un accumulateur à travers ce champ, d'une réponse inductive à deux composantes, l'une représentative de la masse ferromagnétique de la pile ou de l'accumulateur, l'autre représentative de la
30 distribution de la masse ferromagnétique dans celle-ci ou celui-ci, et

- des moyens (22) d'élaboration d'un signal de contrôle de tri basé sur la reconnaissance, soit de l'amplitude de ces deux composantes, soit de l'amplitude de l'une de ces composantes.

5 12. Installation selon la revendication 11, caractérisée en ce que les moyens d'élaboration de réponse inductive à deux composantes comportent un circuit d'excitation (50, 51) destiné à produire un champ magnétique, des moyens (21) pour déplacer les piles ou
10 accumulateurs à travers ce champ magnétique à une vitesse constante à $\pm 10\%$ et de préférence selon un axe de symétrie de la pile ou de l'accumulateur parallèle à l'axe de déplacement, un capteur (53) du flux électrique induit créé par les piles ou les accumulateurs lorsqu'ils
15 traversent ce champ, et des moyens de traitement (54, 55) du signal du capteur pour produire un signal correspondant à la masse ferromagnétique et à sa distribution selon l'axe de déplacement.

 13. Installation selon la revendication 12,
20 caractérisée en ce que le capteur comporte au moins une bobine (53), par laquelle les piles ou accumulateurs (52) passent, de préférence avec leur axe parallèle à l'axe de la bobine.

 14. Installation selon la revendication 12 ou 13,
25 caractérisée en ce que le circuit d'excitation (50, 51) comporte des moyens pour régler sa tension et/ou sa fréquence.

 15. Installation selon n'importe laquelle des revendications 11 à 14, caractérisée en ce que les moyens
30 de traitement du signal du capteur inductif comportent au

moins un amplificateur de tension (54) et/ou un filtre (55).

16. Installation selon n'importe laquelle des revendications 11 à 15, caractérisée par plusieurs unités de tri chimique (19), chacune associée à des piles et/ou accumulateurs d'une certaine forme et dimension sélectionnés par les moyens de tri mécanique (10), et chacune contrôlant un dispositif de tri (18) à au moins deux voies, de préférence à trois voies.

17. Installation selon n'importe laquelle des revendications 11 à 16, caractérisée par au moins une unité de tri chimique (19) pourvue d'un dispositif de tri qui amène des piles ou des accumulateurs triés par cette unité à une nouvelle mesure de réponse inductive différente, soit par la même unité de tri avec un réglage différent, soit par une unité de tri différente.

18. Installation selon n'importe laquelle des revendications 11 à 17, caractérisée en ce que:

- les moyens de tri mécanique (10) sont agencés pour trier les piles ou accumulateurs en plusieurs groupes de piles et/ou accumulateurs de forme et de dimensions semblables;

- les moyens de tri chimique comportant plusieurs unités de tri (19) qui reçoivent, soit tous les groupes, soit certains de ces groupes nécessitant ce tri chimique, les autres groupes n'étant pas assujettis à ce tri chimique; et

- des chemins de regroupement des piles et accumulateurs, assujettis ou non au tri chimique, en groupes dont la composition chimique est adaptée au traitement pour la récupération des métaux.

19. Dispositif de mesure des propriétés ferromagnétiques des piles ou accumulateurs usagés, dans le procédé de tri selon n'importe laquelle des revendications 1 à 10, le dispositif comportant un circuit d'excitation (50, 51) destiné à produire un champ magnétique, des moyens (21) pour déplacer les piles ou accumulateurs à travers ce champ magnétique à une vitesse constante à $\pm 10\%$, un capteur (53) du flux électrique induit créé par les piles ou les accumulateurs lorsqu'ils traversent ce champ, et des moyens de traitement (54, 55) du signal du capteur pour produire une réponse inductive à deux composantes, l'une représentative de la masse ferromagnétique de la pile ou de l'accumulateur, l'autre représentative de la distribution de la masse ferromagnétique dans celle-ci ou celui-ci.

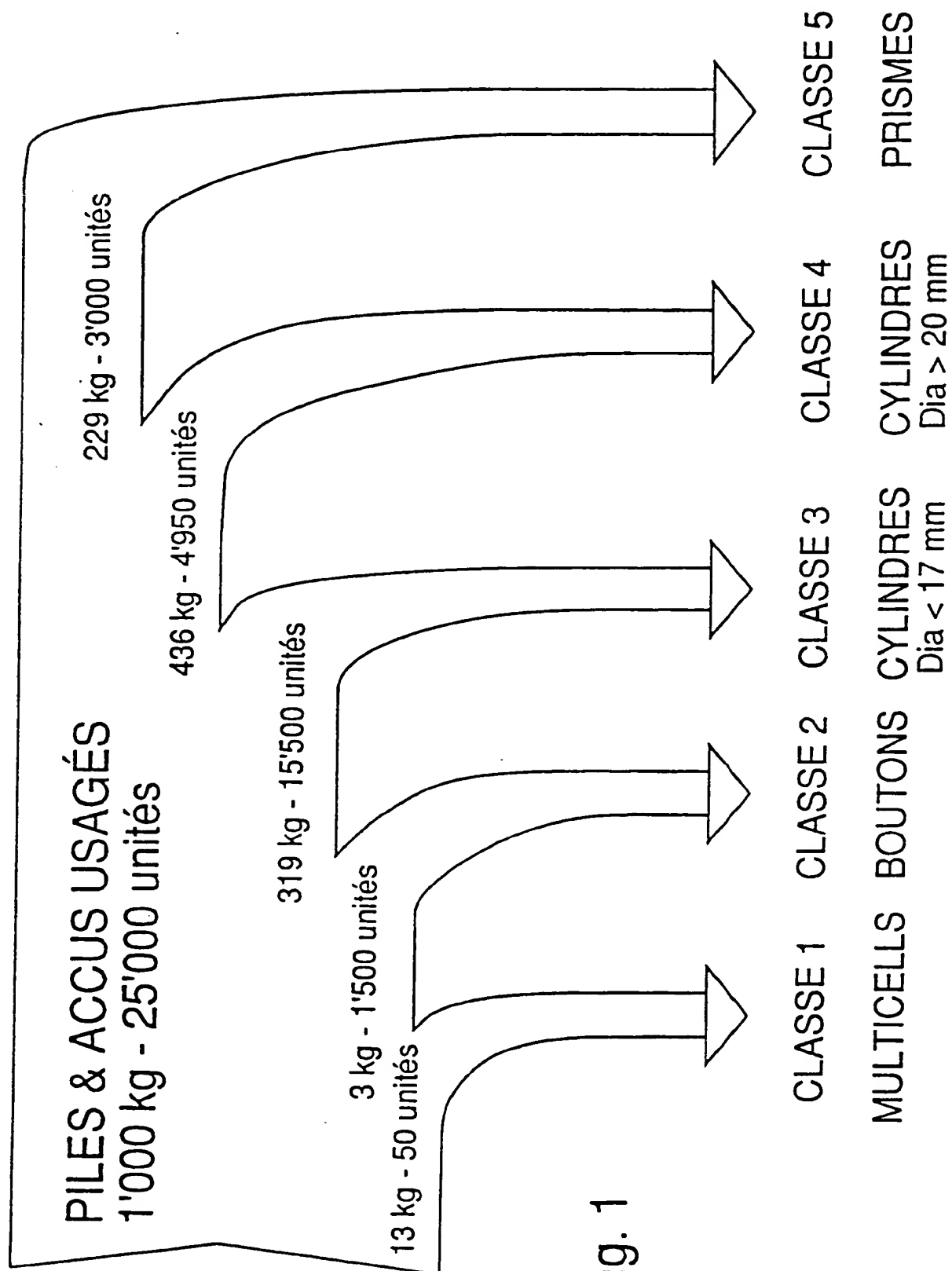
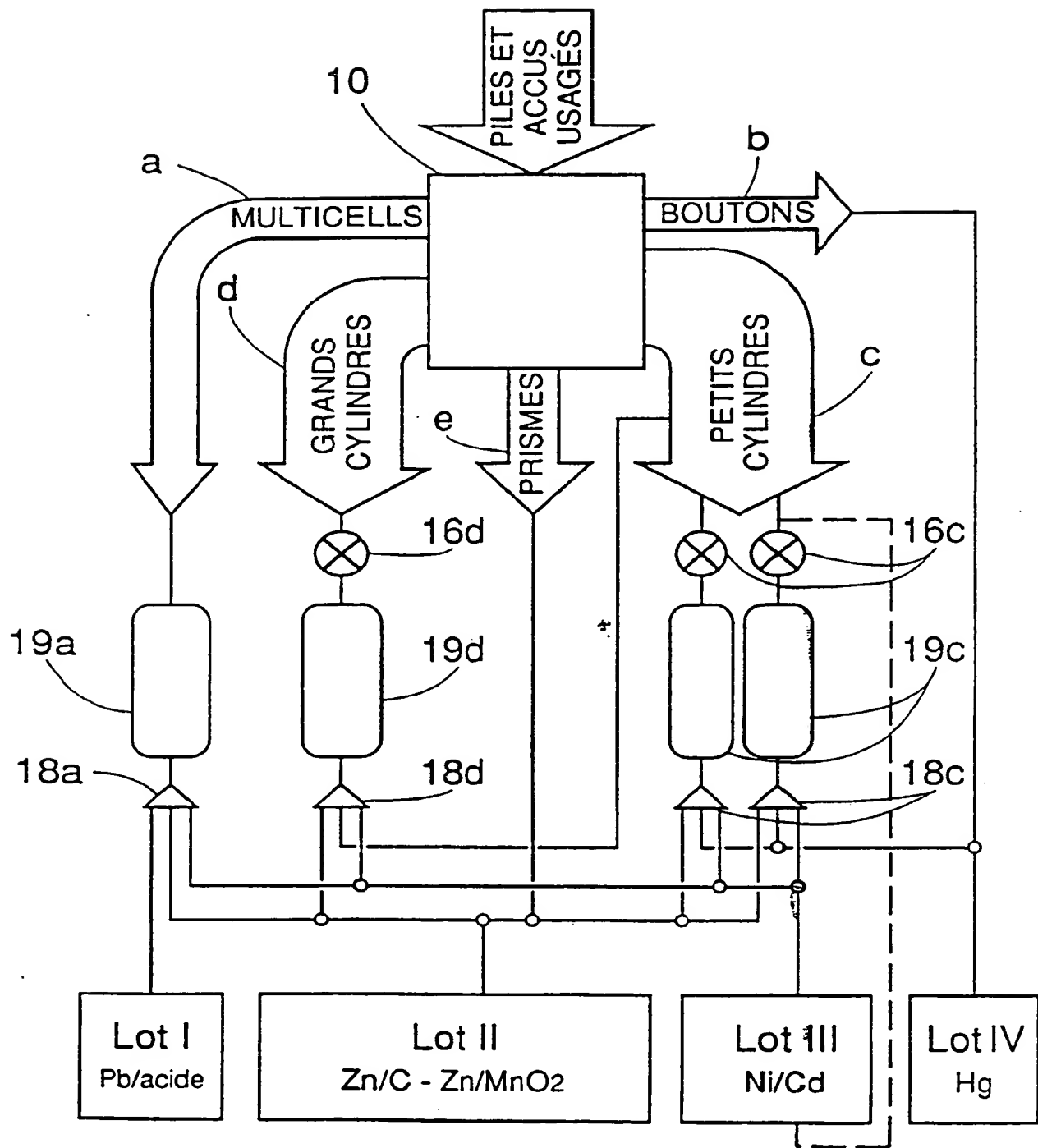


Fig. 1

2/7

Fig. 2



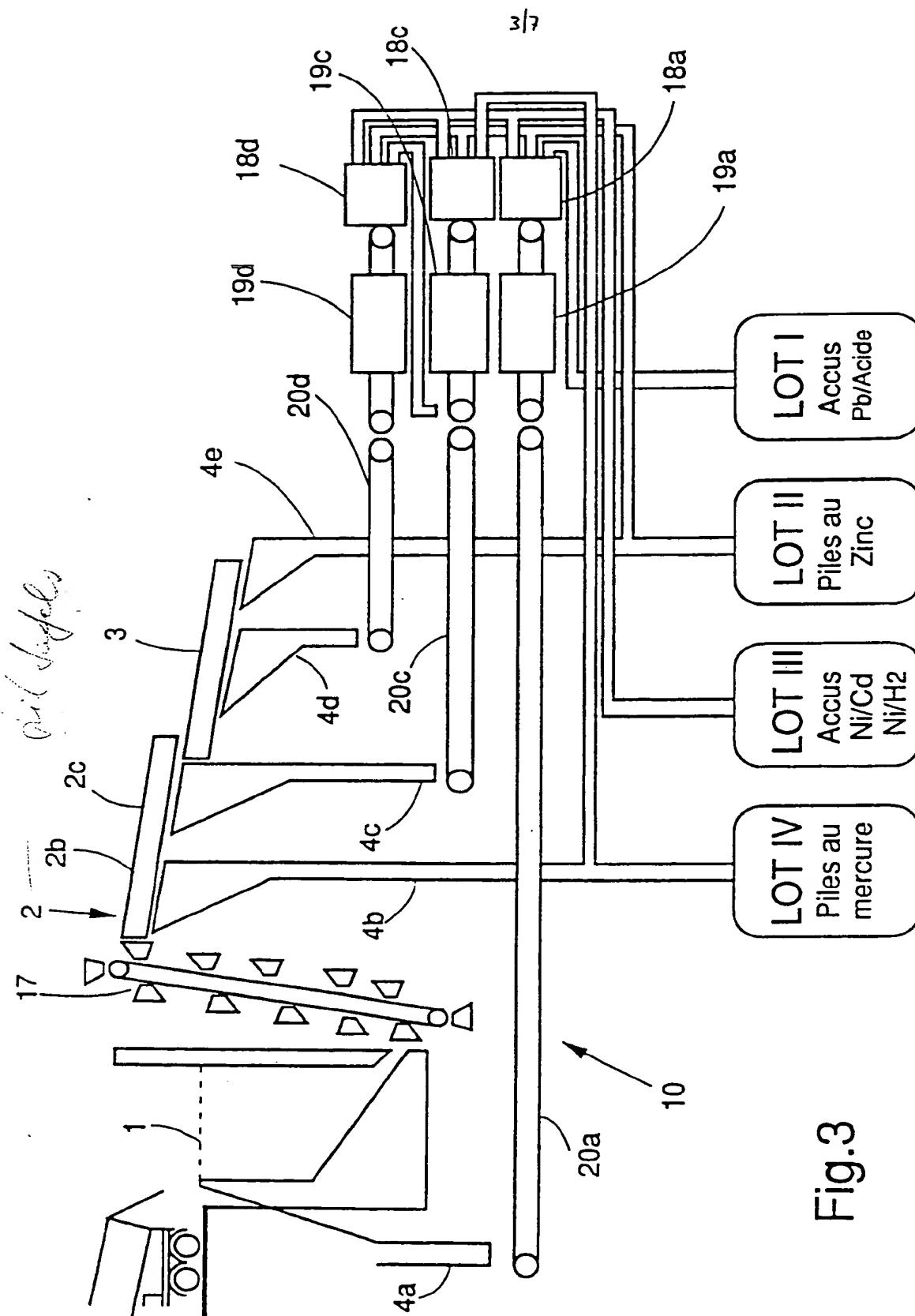


Fig.3

4/7

Fig. 4

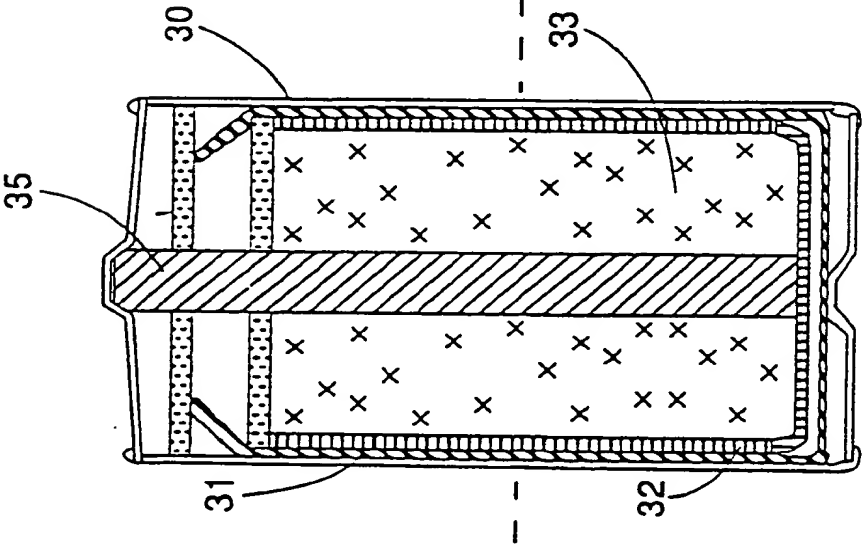


Fig. 4a

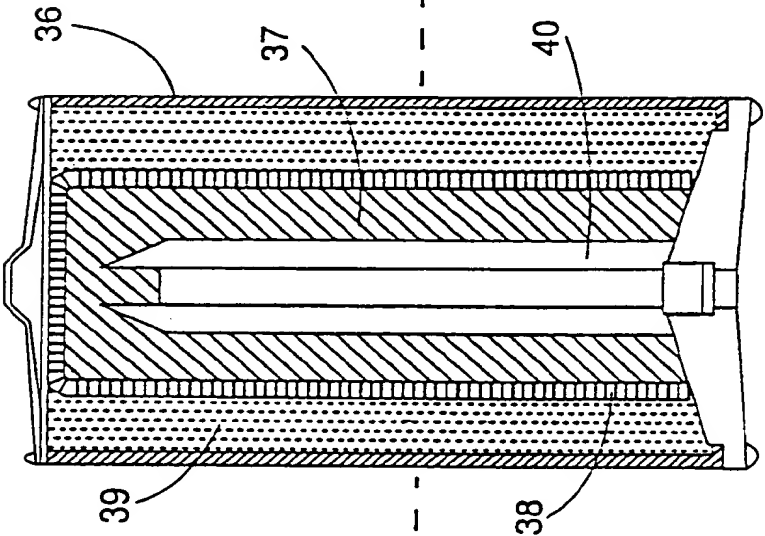


Fig. 4b

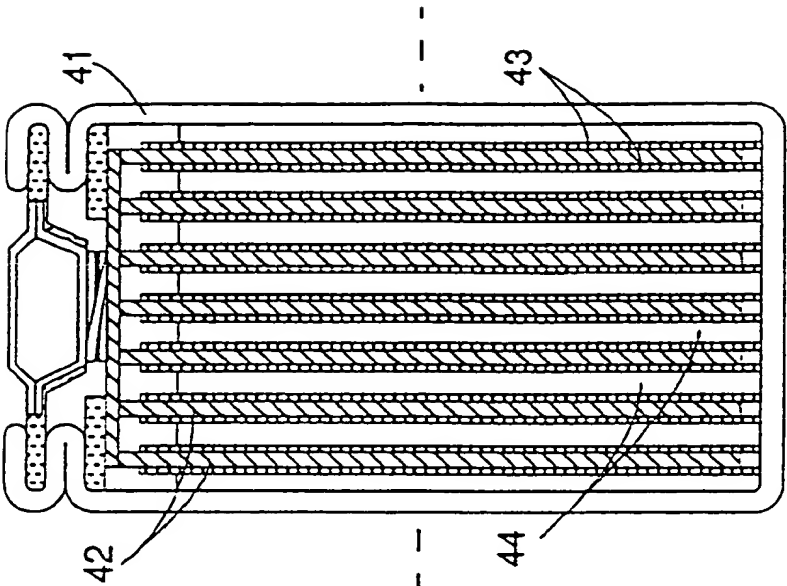


Fig. 4c

5/7

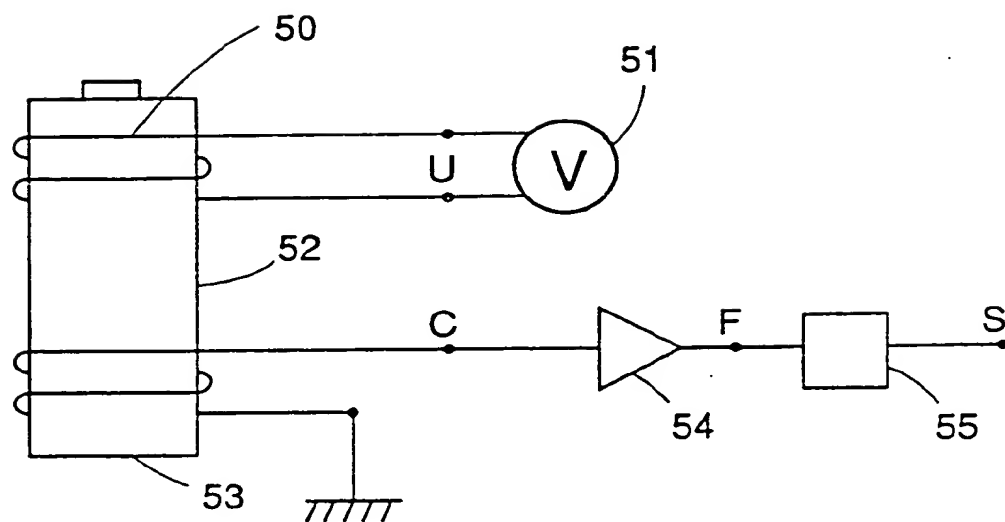
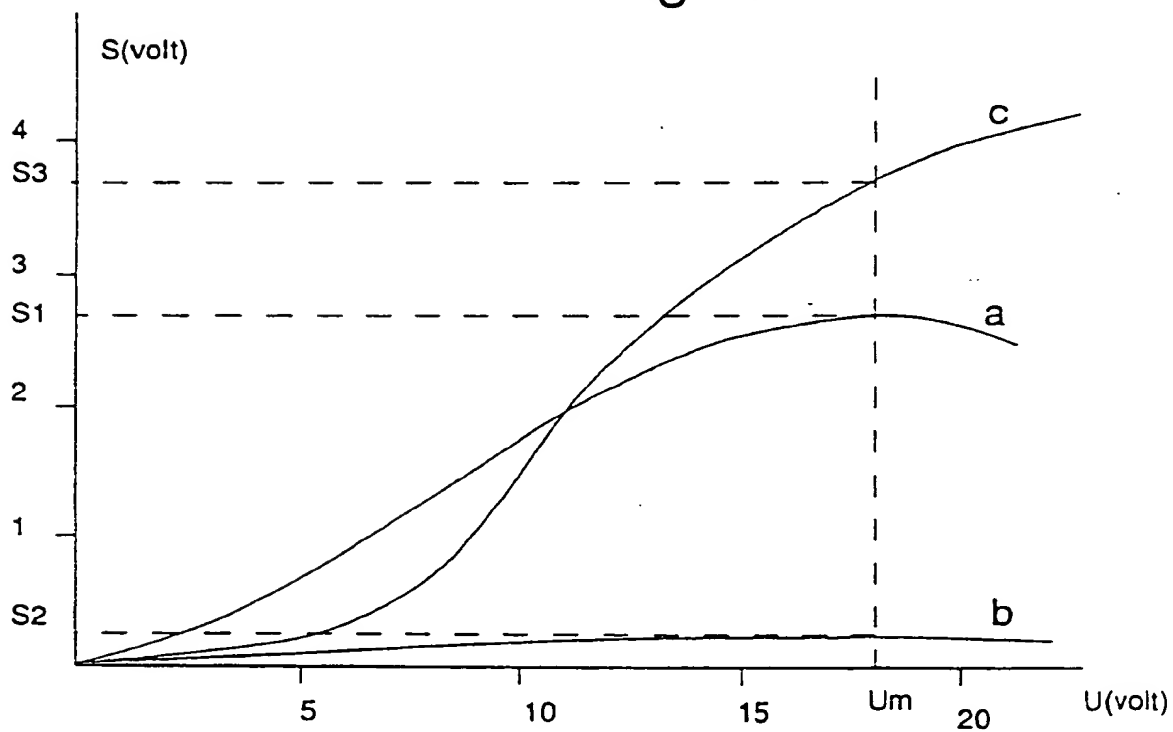


Fig. 5

Fig. 6



6/7

Fig. 7

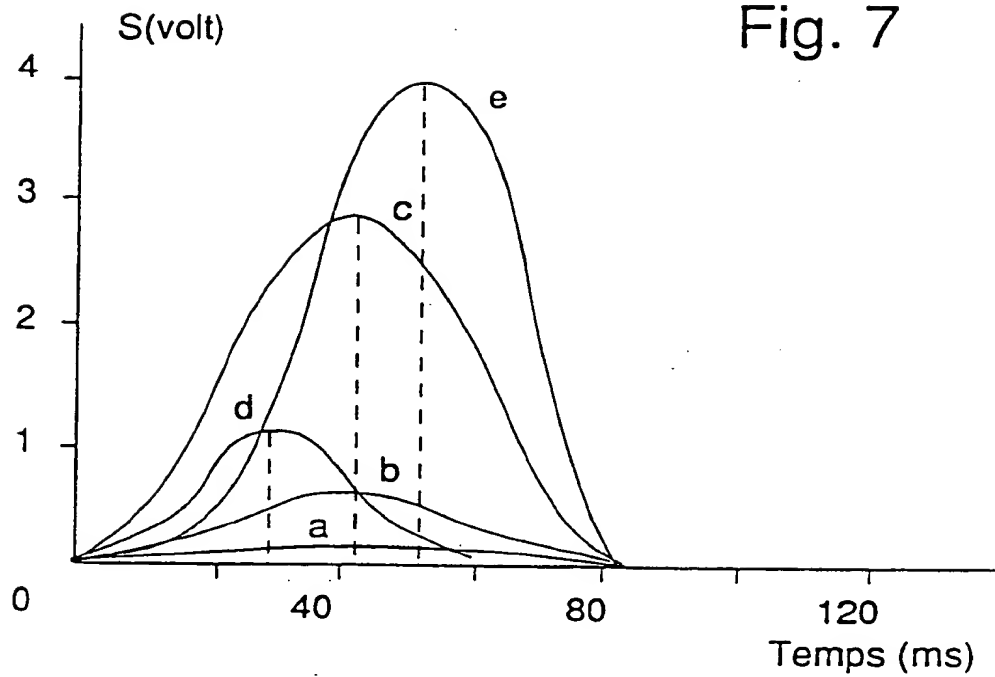
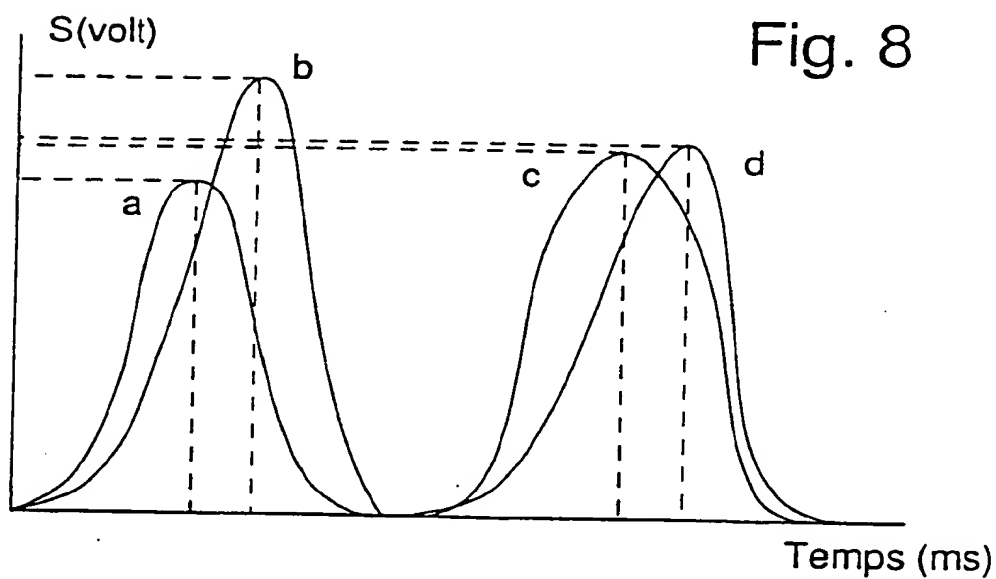


Fig. 8



7/7

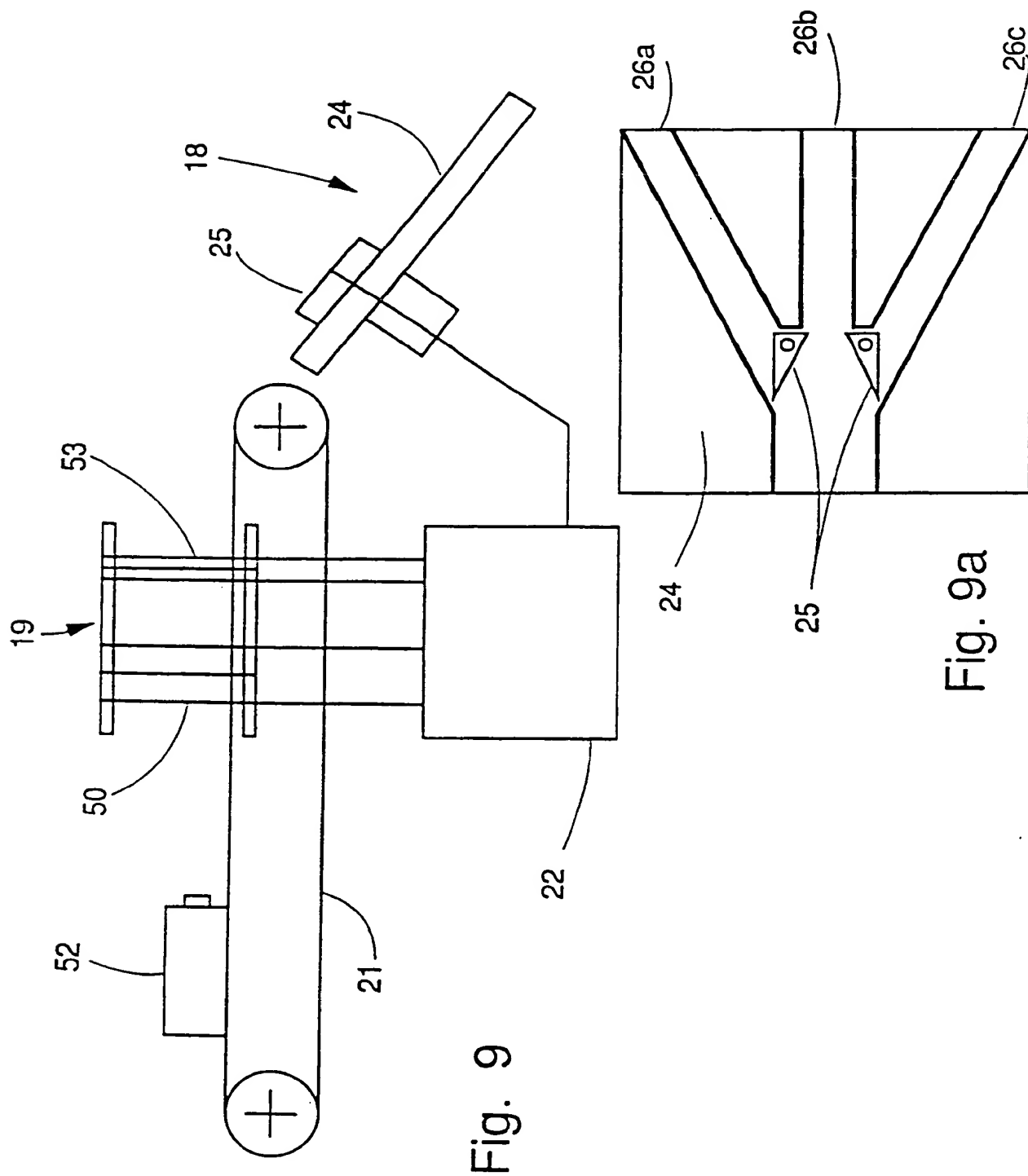


Fig. 9

Fig. 9a

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP 92/00742

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.5 G01R33/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.5 G01R; H01M; G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	NICKEL-CADMIUM BATTERY UPDATE 90 September 1990, BRUSSELS pages 66 - 71; W.H.J BRUIS: "Sorting of Mixed Batteries by Eddy Current and X-Ray Image Analysis Methods" cited in the application see page 67, right-hand column, line 4 - page 68 line 40; figure 3	1-4, 11, 14, 19
A	20 January 1990, UNIVERSITY OF LUND, SWEDEN pages 45 - 76; THOMA LINDHQUIST ET AL: "Collection and Sorting of Used Batteries" cited in the application see page 71, line 3 - line 16	1-4, 11, 14, 19
P, A	WO, A, 9 115 036 (TITALYSE) 3 October 1991 see page 5, line 1 - line 5 see page 6, line 21 - page 7, line 12; figure 2	1

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 July 1992 (30.07.92)

Date of mailing of the international search report

5 August 1992 (05.08.92)

Name and mailing address of the ISA/

EUROPEAN PATENT OFFICE

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

EP 9200742
SA 59013

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information. 30/07/92

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO-A-9115036	03-10-91	AU-A- 7566491	21-10-91

For more details about this annex : see Official Journal of the European Patent Office, No. 12/82

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/EP 92/00742

I. CLASSEMENT DE L'INVENTION (si plusieurs symboles de classification sont applicables, les indiquer tous) ⁷		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB <div style="text-align: center; font-family: monospace; font-size: 1.2em;">CIB 5 G01R33/12</div>		
II. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE		
Documentation minimale consultée ⁸		
Système de classification	Symboles de classification	
CIB 5	G01R ; H01M ; G01N	
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où de tels documents font partie des domaines sur lesquels la recherche a porté ⁹		
III. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS ¹⁰		
Catégorie ^o	Identification des documents cités, avec indication, si nécessaire, ¹² des passages pertinents ¹³	No. des revendications visées ¹⁴
A	NICKEL-CADMIUM BATTERY UPDATE 90 Septembre 1990, BRUSSELS pages 66 - 71; W.H.J. BRUIS: 'Sorting of Mixed Batteries by Eddy Current and X-Ray Image Analysis Methods' cité dans la demande voir page 67, colonne de droite, ligne 4 - page 68, ligne 40; figure 3 <div style="text-align: center;">---</div>	1-4, 11, 14, 19
A	20 Janvier 1990, UNIVERSITY OF LUND, SWEDEN pages 45 - 76; THOMA LINDHQUIST ET AL.: 'Collection and Sorting of Used Batteries' cité dans la demande voir page 71, ligne 3 - ligne 16 <div style="text-align: center;">---</div> <div style="text-align: center;">-/-</div>	1-4, 11, 14, 19
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>^o Catégories spéciales de documents cités:¹¹</p> <p>"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)</p> <p>"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>"T" document ultérieur publié postérieurement à la date de dépôt international ou à la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention</p> <p>"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive</p> <p>"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier.</p> <p>"&" document qui fait partie de la même famille de brevets</p> </div> </div>		
IV. CERTIFICATION		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale	
30 JUILLET 1992	05. 08. 92	
Administration chargée de la recherche internationale	Signature du fonctionnaire autorisé	
OFFICE EUROPEEN DES BREVETS	DE LA PINTA BALLESTE 	

EP 9200742
SA 59013

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets. 30/07/92

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO-A-9115036	03-10-91	AU-A- 7566491	21-10-91

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

III. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS¹⁴(SUITE DES RENSEIGNEMENTS INDIQUEES SUR LA
DEUXIEME FEUILLE)

Catégorie ¹⁵	Identification des documents cités, ¹⁶ avec indication, si nécessaire des passages pertinents ¹⁷	No. des revendications visées ¹⁸
P,A	WO,A,9 115 036 (TITALYSE) 3 Octobre 1991 voir page 5, ligne 1 - ligne 5 voir page 6, ligne 21 - page 7, ligne 12; figure 2 ---	1